

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 8 3 7 0 0

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	25/07		H 0 1 L	25/04 C
	25/18		H 0 1 P	1/30 Z
H 0 1 P	1/30			3/08
	3/08			5/08 M
	5/08		H 0 3 F	3/60
審査請求	未請求	請求項の数 2	O L	(全 1 0 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-94436

(22) 出願日 平成8年(1996)4月16日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 藤井 靖人

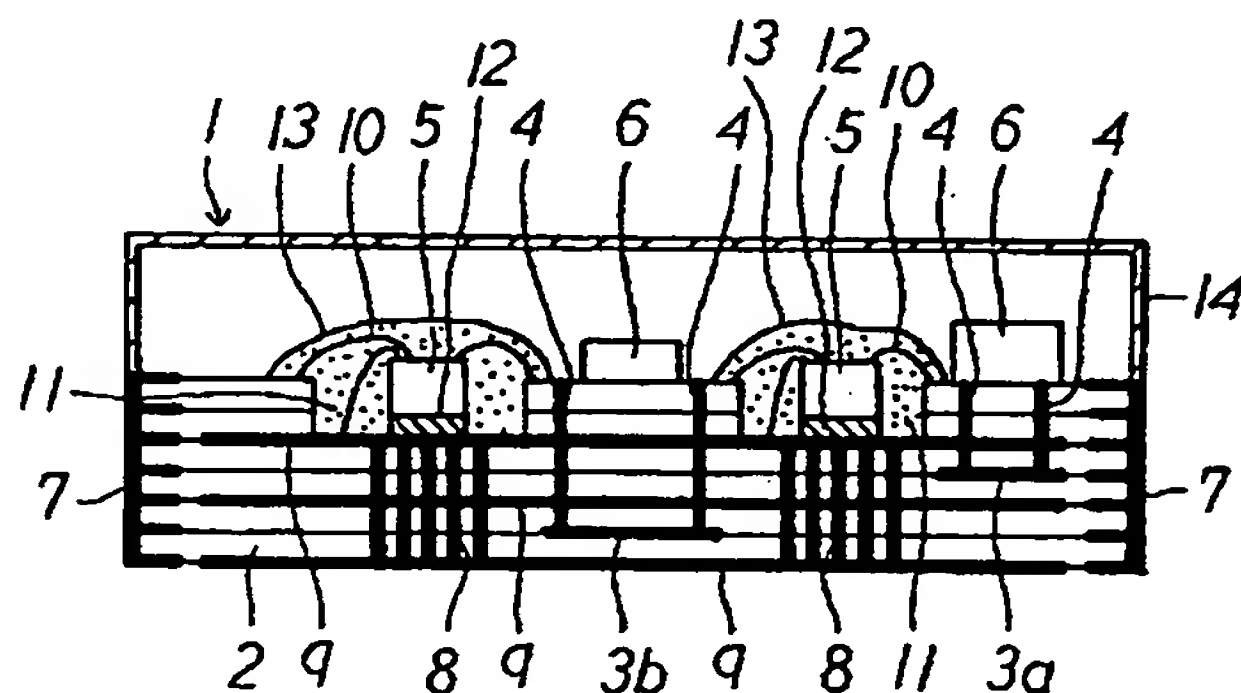
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 高周波用電力増幅器

(57) 【要約】

【課題】 従来の高周波用電力増幅器は、基板の主面上にマイクロストリップ線路を形成しており、放熱のために基板裏面に金属薄板を取着する必要があることから、小型化や組立工数・部材の削減が困難である。

【解決手段】 ガラスを主成分とする多層基板2と、基板2内に形成されたストリップ線路3a・3bと、基板2上に実装され接続導体4を介してストリップ線路3a・3bに電氣的に接続された電力用トランジスタ5ならびにチップ部品6と、基板2の側面に設けられた凹部に形成されストリップ線路3a・3bに電氣的に接続された端子電極7と、電力用トランジスタ5下部に形成された放熱用ビアホール8とを具備する高周波用電力増幅器1により、小型化および組立工数・部材の削減が可能となった。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガラスを主成分とする多層基板と、該基板内に形成されたストリップ線路と、前記基板上に実装され且つ前記ストリップ線路から基板上面にかけて導出する接続導体に電氣的に接続された電力用トランジスタおよびチップ部品と、前記基板の側面に設けられた凹部に形成され且つ前記ストリップ線路に電氣的に接続された端子電極と、前記電力用トランジスタ下部の前記基板内に形成された放熱用ビアホールとを具備することを特徴とする高周波用電力増幅器。

【請求項 2】 前記電力用トランジスタが樹脂により封止されているとともに、電力用トランジスタとチップ部品との間の前記基板上にガラスを主成分とする樹脂流出防止用コート層が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波用電力増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は携帯電話等の移動体通信機などに使用する送信用の高周波用電力増幅器に関し、特に組立工数の削減ならびに小型化を可能とした高周波用電力増幅器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、アナログあるいはデジタル携帯電話等の移動体通信機などに使用される半導体デバイスや電子部品に対する小型化・軽量化の要望が強くなっているが、中でも送信部に用いられる高周波用電力増幅器については、小型化されればされるほど放熱に関して不利になるという問題があるため、特に小型化と併せて大電力出力時の発熱に対応する良好な放熱特性が要求されている。

【0003】 そのような要求に応えるべく小型・軽量で放熱性に優れた高周波用電力増幅器の構造あるいはプリント基板の素材の開発が行なわれているが、以下、従来の高周波用電力増幅器について図14および図15を参照しながら説明する。

【0004】 図14は従来の高周波用電力増幅器70の平面図であり、図15は図14のA-A'線断面図である。これらの図に示すように、従来の高周波用電力増幅器70においては、ガラスエポキシ等から成る基板71の表面にマイクロストリップ線路72が形成されており、それらマイクロストリップ線路72にはチップコンデンサ73やチップ抵抗74等のチップ部品が実装されて電氣的に接続され、入力整合回路75および出力整合回路76が形成されている。また、基板71表面に設けられた開口部77には電力増幅用トランジスタ78を収納した電力増幅用トランジスタパッケージ79が収められ、基板71とともに半田80を介して金属薄板等から成る放熱板81に取着されている。

【0005】 電力増幅用トランジスタパッケージ79のドレイン電極およびゲート電極（図示せず）はそれぞれドレイン出力電極82およびゲート入力電極83にワイヤボン

ディング（図示せず）されてマイクロストリップ線路72に接続され、ソース電極（図示せず）は半田80を介して基板71裏面にグランド電極として形成された裏面電極（図示せず）に接続されている。

【0006】 また、マイクロストリップ線路72の他端には、金属薄板から成るリード端子である入力端子Pin84・ゲート端子V_{gg}85・ドレイン端子V_{dd}86・出力端子P_{out}87が、半田付けまたはろう付けにより電氣的に接続されている。

10 【0007】 なお、88は高周波の漏洩防止のためにマイクロストリップ線路72により形成している約4分の1波長（約λ/4）長さ（約30mm）のドレインバイアス線路である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記構成の従来の高周波用電力増幅器70においては、基板71として用いているガラスエポキシの熱伝導率が悪いため、放熱が必要な電力増幅用トランジスタ78はベアチップ状態で基板71上に実装することができず、電力増幅用トランジスタパッケージ79の中に収納して実装する必要があった。このため、高周波用電力増幅器の小型化が困難であるとともに、組立工数が多くなって量産性が悪いという問題点があった。

20 【0009】 また、基板71がガラスエポキシから成る場合には電力増幅用トランジスタパッケージ79の収容のために開口部77が必要であり、この開口部77の面積が基板71全体に占める割合が大きいため、基板71の強度を保つために図14中にXで示した基板71端部ー開口部77端部間の距離を一定以上確保する必要があり、これによっても小型化が困難であるという問題点があった。

30 【0010】 また、基板71の表面にマイクロストリップ線路72を形成していることから、小型化に当たってはマイクロストリップ線路72の占有面積も無視できないものとなり、これによっても小型化が困難であるという問題点があった。

40 【0011】 さらに、ドレインバイアス線路88を基板71の表面にマイクロストリップ線路72により形成しているために、小型化に当たってはその占有面積も大きなものとなり、これによっても小型化が困難であるという問題点があった。

【0012】 さらにまた、良好な放熱特性を得るために基板71の裏面に放熱板81の半田付けを行なう組立工程や、外部回路との電氣的接続を行なうためのリード端子84～87をマイクロストリップ線路72に半田付け等する組立工程が必要であったため、組立工数が多くて量産性が悪いという問題点もあった。

50 【0013】 これに対して、例えば特開平 7 - 46007 号公報には、上記従来の高周波用電力増幅器70と同様の構成で、窒化アルミニウムを主成分とするセラミック基板と、その基板上に形成されたマイクロストリップ線路

と、基板上に実装されマイクロストリップ線路と電氣的に接続された電力用トランジスタチップと、基板上に実装されマイクロストリップ線路と電氣的に成膜遺族されたチップ部品とを備え、さらに基板の裏面に形成された導体線に金属薄板がロウ付けされた高周波用電力増幅器が提案されている。

【0014】これによれば、基板として熱伝導率に優れた窒化アルミニウムを用いているので基板の熱伝導率が改善され、放熱が必要な電力用トランジスタをベアチップ状態で基板に実装することが可能となって電力用トランジスタのパッケージ実装やリード端子の半田付け等の組立工数の削減により量産に適した構成となり、さらにセラミック基板にトランジスタ実装用の開口部が不要となって基板の強度が改善されるというものである。また、窒化アルミニウムの比誘電率が約8.5と比較的高いので整合回路を構成するマイクロストリップ線路の長さを短くでき、ドレインバイアス線を基板の裏面に形成すれば高周波用電力増幅器の大幅な小型化が可能となるというものである。

【0015】しかしながら、この特開平 7 - 46007 号公報に開示された構成によっても、基板の主面上にマイクロストリップ線路を形成していることから、ドレインバイアス線の占有面積を小さくすることは困難であり、そのため小型化が困難であるという問題点は残されていた。

【0016】また、放熱のために基板の裏面に形成した導体線に金属薄板をロウ付けする必要があることから、高周波用電力増幅器を外部回路基板に実装した場合にその金属薄板の厚み分だけ基板が実装面から浮いてしまうので、基板の側面あるいは裏面にリードフレームを半田付け等により取着して外部回路基板と電氣的に接続する必要があるという問題点もあった。またそれにより高周波用電力増幅器の製造工程や高周波用電力増幅器の組付け工程が複雑になり、それらの工程における工数を削減できないという問題点もあった。

【0017】さらに、基板に窒化アルミニウムから成るセラミックを用いる場合は入出力整合部のマイクロストリップ線路を表層で形成することになることから小型化には適当でなく、基板材料コストも高いために製造コストも高く、量産には不向きであるという問題点もあった。

【0018】さらにまた、電力用トランジスタをベアチップ状態で実装した場合は、各電極とマイクロストリップ線路上の電極とをワイヤボンディングで電氣的に接続した後に樹脂封止されていたが、その封止するための樹脂が電力用トランジスタの周辺のチップ部品の搭載位置にまで流れ出してしまうためにチップ部品の搭載が不安定あるいは不可能になるという問題点もあり、それにより高周波用電力増幅器の信頼性が低下するという問題点もあった。

【0019】本発明は上記事情に鑑みて本発明者が鋭意研究に努めた結果完成されたものであり、その目的は、さらなる小型化が可能であり、放熱のための金属薄板やリードフレームを取着する必要がなくてそれに伴う工数や部材費が削減できる、量産に好適でかつ安価に製造できる高周波用電力増幅器を提供することにある。

【0020】また本発明の目的は、電力用トランジスタの封止樹脂によるチップ部品の搭載への悪影響を防止した、高信頼性の高周波用電力増幅器を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の高周波用電力増幅器は、ガラスを主成分とする多層基板と、その基板内に形成されたストリップ線路と、前記基板上に実装され且つ前記ストリップ線路から基板上面にかけて導出する接続導体に電氣的に接続された電力用トランジスタならびにチップ部品と、前記基板の側面に設けられた凹部に形成され且つ前記ストリップ線路に電氣的に接続された端子電極と、前記電力用トランジスタ下部の前記基板内に形成された放熱用ビアホールとを具備することを特徴とするものである。

【0022】また、本発明の高周波用電力増幅器は、上記構成において、前記電力用トランジスタが樹脂により封止されているとともに、電力用トランジスタとチップ部品との間の前記基板上にガラスを主成分とする樹脂流出防止用コート層が形成されていることを特徴とするものである。

【0023】本発明の高周波用電力増幅器によれば、従来は基板表面に形成されていたマイクロストリップ線路に代えて、ガラスを主成分とする多層基板を用いてその基板内部にストリップ線路を形成したことにより、その線路によって形成される約 $\lambda/4$ 長さのドレインバイアス線が従来は基板表面において広い表面積を占めていたのに対して多層基板内に内層できるので、基板の大幅な小型化が可能となって高周波用電力増幅器を大幅に小型化することができるものとなる。

【0024】また、多層基板を用いて電力用トランジスタの下部に放熱用ビアホールを形成したことから、基板上に電力用トランジスタをベアチップ状態で基板に実装することが可能となって高周波用電力増幅器の小型化が図れるとともに、電力用トランジスタの発熱をその放熱用ビアホールを通して高周波用電力増幅器が実装されるマザーボード等の外部回路基板に逃がすことができるので、従来用いられていた放熱のための金属薄板を不要とすることができ、それにより電力増幅器を小型化できるとともに組立工数や部材費を削減することができる。さらに、電力用トランジスタの実装部には基板を貫通する開口部を必要とせず、かつ実装部の面積が大幅に小さくなるので、基板の強度を維持しつつ高周波用電力増幅器を小型化することができる。

【0025】さらに、放熱用ビアホールにより放熱のための金属薄板の取着を不要とするとともに、基板の側面に凹部を設けてその凹部に端子電極を形成したことにより、その端子電極を利用した表面実装が可能となつて、実装回路基板と電氣的に接続するためのリードフレームの取着も不要となるため、これによつても電力増幅器の小型化ができるとともに組立工数や部材費を削減することができる。

【0026】以上により、本発明によれば、量産に好適でかつ安価に製造できる高周波用電力増幅器を提供することができる。

【0027】しかも、ドレインバイアス線などの伝送線路をストリップ線路として多層基板に内層していることからそれら伝送線路の信号線の上下にグランド（接地）層が存在することになり、そのため外部から侵入してくる電磁ノイズの影響を受けにくくなって、アイソレーション特性の良好な構成となる。さらに、信号線の上下にグランド層が配置されることで伝送される高周波信号の磁界がグランド層間に封鎖されることになり、そのため信号ロスの少ない構造となつて、マイクロストリップ線路と比較してQ特性が向上する（例えば70前後から90程度となる）という効果もある構成となる。

【0028】また、本発明の請求項2に係る高周波用電力増幅器によれば、電力用トランジスタとチップ部品との間の基板上に、ガラスを主成分とする樹脂流出防止用コート層が形成されていることから、電力用トランジスタをベアチップ状態で実装して樹脂により封止した場合に封止樹脂が周辺のチップ部品の搭載位置にまで流れ出してしまふことを防止でき、それにより電力用トランジスタの封止樹脂によるチップ部品の搭載への悪影響を防止することができて高信頼性の高周波用電力増幅器を提供することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明を詳細に説明する。なお、以下はあくまで本発明の例示であつて、本発明はそれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲での種々の変更や改良は何ら差し支えないものである。

【0030】図1は本発明の高周波用電力増幅器の一実施例を示す断面図である。同図に示した高周波用電力増幅器1において、2はガラスを主成分とする多層基板であり、3a・3bは基板2内に形成されたストリップ線路、4はストリップ線路3a・3bから基板2上面にかけて導出される接続導体、5は基板2上に実装された電力用トランジスタ、6は基板2上に実装されたチップ抵抗やチップコンデンサ等のチップ部品、7は基板2の側面に形成された端子電極、8は電力用トランジスタ4下部の基板2内に形成された放熱用ビアホールである。また、9はストリップ線路3a・3bの上下に形成されたグランド層である。なお、本例において3bはドレイン

バイアス線として形成されている。

【0031】10はボンディングワイヤであり、電力用トランジスタ5の各電極（ソース・ゲート・ドレイン）とストリップ線路3a・3bとをグランド層9や接続導体4を介して（例えば接続導体4に接続され基板2上面に少なくともその一部が露出している導体層等にボンディングされて）電氣的に接続している。電力用トランジスタ5は基板2上の搭載用キャビティ11に樹脂や半田系の接続ペースト12により固定され、樹脂13により封止されている。一方、チップ部品6は、基板2上面に導出された接続導体4、またはそれら接続導体4に接続され基板2上面に少なくともその一部が露出している導体線や導体層・マイクロストリップ線路等に、表面実装により電氣的に接続されている。

【0032】14はケースであり、基板2上面に電力用トランジスタ5やチップ部品6を搭載あるいは実装した後、基板2上面を覆うように取り付けられ、封止樹脂などによって封止されて、高周波用電力増幅器1が完成する。

【0033】また、図2は本発明の請求項2に係る高周波用電力増幅器の一実施例を示す断面図である。同図の高周波用電力増幅器15において、図1と同様の箇所には同じ符号を付してある。

【0034】図2の高周波用電力増幅器15においては、図1の高周波用電力増幅器1について、電力用トランジスタ5とチップ部品6との間の多層基板2上に、ガラスを主成分とする樹脂流出防止用コート層16が形成されていることが特徴である。この樹脂流出防止用コート層16により電力用トランジスタ5を封止する樹脂13が周辺のチップ部品6の搭載位置にまで流出することを防止でき、チップ部品6を安定して搭載あるいは実装できるようになる。

【0035】また、図2に示した高周波用電力増幅器15について、図3～図5に外観斜視図を示す。なお、これらの図においても、図1および図2と同様の箇所には同じ符号を付してある。

【0036】図3は高周波用電力増幅器15の外観斜視図であり、2は多層基板、14はケースであり、7は基板2の側面に設けられた凹部に形成された端子電極である。

【0037】図4は高周波用電力増幅器15のケース14を取り外した基板2の上面の様子を示す外観斜視図である。なお、樹脂13・ボンディングワイヤ10および基板2上面に形成されている導体線や導体層・マイクロストリップ線路等は省略してある。また、同図においては樹脂流出防止用コート層16は電力用トランジスタ5が搭載されるキャビティ11の周囲を取り囲むように形成されているが、このコート層16は、少なくとも電力用トランジスタ5とその周辺のチップ部品6との間において、樹脂13の流出を防止できる部分に形成されていれよい。

【0038】図5は高周波用電力増幅器15のケース14を

取り外した基板2の下面の様子を示す外観斜視図である。同図に17で示すように、端子電極7からは所望により基板2の下面あるいは上面に導体層を延設してもよく、これによりマザーボード等の外部回路基板への実装時に、回路基板上の接続ランドとの電氣的な接続をより確実なものとすることができる。また、18は基板2の下面にグランド層9と同様に形成された導体層であり、外部回路のグランド線と接続されグランド層として機能するものである。

【0039】多層基板2は、ガラスを主成分とするいわゆる低温焼成多層基板であり、例えばガラスセラミックスなどから成る厚み0.14~0.16mm程度のシートに内部配線パターンを印刷したりスルーホールやビアホール加工を施したものを複数層積層して焼成したものが用いられ、実効比誘電率が8.1程度のものが好適である。

【0040】ストリップ線路3a・3bおよびグランド層9は、例えばAg系の導電性ペーストを上記多層基板2の焼成前のシートに所望のパターンで印刷し、焼成することによって多層基板2の内部ならびに表面もしくは裏面に形成され、その厚みは例えば所望の伝送特性に応じて10μm程度に設定される。

【0041】接続導体4は、ストリップ線路3とから基板2の表面に至って形成されてストリップ線路3と電力用トランジスタ5ならびにチップ部品6とを電氣的に接続するものであれば種々の形状や構造のものをを用いることができ、例えば、基板2に設けた貫通孔の内側にメッキや導電性ペーストの印刷・焼結などの方法によりAg等を主成分とする導体金属を被着形成したスルーホール、あるいは貫通孔の内部に導電性ペーストの印刷・焼結などの方法により前記導体金属を充填したビアホール、前記のスルーホールやビアホールの断面形状を円形でなく楕円状・矩形状・多角形状・板状等の種々の形状としたものなどを用いることができる。

【0042】電力用トランジスタ5としては高周波電力増幅用のFETが用いられ、キャビティ11内に搭載されて、Au/Siや半田等のダイアタッチ材により固定されるとともに電氣的にも接続されており、Au等から成る太さ25μm程度のボンディングワイヤ10により、基板2上面に導出された接続導体4あるいは接続導体4に延設された導体層等を介してストリップ線路3と電氣的に接続される。

【0043】なお、キャビティ11は、例えば多層基板2の表面側の数層のシートに所定の形状の開口部を設けて積層することにより、電力用トランジスタ5のサイズに応じて階段状に深さ0.30mm程度で形成されている。

【0044】チップ部品6としては、高周波電力増幅器の回路として一般に用いられる、表面実装型のチップ抵抗やチップコンデンサ等が用いられる。

【0045】端子電極7を形成するには、高周波用電力増幅器1・15が実装される外部回路基板の回路配置等に

応じて多層基板2の所望の位置に、各シートの端部に幅0.6~0.8mm・深さ0.6~0.8mm程度の切り欠きを施して凹部を形成し、それらのシートを積層した後の多層基板2の凹部（側面）に、前述の導電性ペーストの印刷・焼成あるいはメタライズ法などにより形成すればよい。また、外部回路基板の仕様に対応して、端子電極7から多層基板2の上面もしくは下面に導体層17を延設したものとしてもよい。

【0046】放熱用ビアホール8は、前述の接続導体4としてのビアホールと同様のものをを用いればよく、電力用トランジスタ5の実装箇所において多層基板2をキャビティ11からその対向する多層基板2の裏面まで貫通するように多数形成され、電力用トランジスタ5からの発熱を多層基板2の裏面のグランド層9を介して外部回路基板に伝導し放熱する。

【0047】この放熱用ビアホール8は、図1に示したように電力用トランジスタ5の下部において基板2の上から下まで同数のみを配置したものとしてもよいし、図2に示したように、電力用トランジスタ5からの熱の拡散に応じて電力用トランジスタ5の下から基板2の下面にかけて順次その数を増すように配置したものとしてもよい。

【0048】また、放熱用ビアホール8は可能な限り数多く設けるほど放熱性が良くなるので、同一面積内で最も数を多く設定できるように、例えば千鳥状などに配置すると効率よく放熱することができるようになって好ましい。

【0049】樹脂13には例えばエポキシ系樹脂やシリコン系樹脂などを用い、電力用トランジスタ5のワイヤボンディング後にキャビティ11を埋めるように塗布して乾燥・硬化させることにより、電力用トランジスタ5を封止する。これにより電力用トランジスタ5を外部環境から保護して電氣的特性の安定および防水等の信頼性を確保することができるとともに、電力用トランジスタ5をベアチップ状態で実装することにより高周波用電力増幅器1・15の小型化を図ることができる。

【0050】ケース14は、外部からの電磁ノイズに対するシールドを行なうためにりん青銅や洋白を材料とし、例えば9mm×7mm×2mmの形状で厚み0.1~0.2mmのものをを用いる。ケース14の取り付けは、予め基板2の表面部に形成されたケース用パッドと半田等により、リフロー炉や半田コテ等を用いて固定する。このケース14と高周波用電力増幅回路が構成された基板2とにより、高周波用電力増幅器1・15が完成する。

【0051】樹脂流出防止用コート層16は、ガラスを主成分とするものであり、例えば多層基板2と同様の材料を用いて厚膜印刷法等により形成する。その位置は印刷時のバラツキを考慮して、キャビティ11の開口部端および電力用トランジスタ5に最も近いチップ部品6から各々200μm程度離れた場所に設定し、高さ（厚み）は5

～10 μ m程度、幅は200 μ m程度に設定すればよい。これにより、電力用トランジスタ5を封止する樹脂13がボンディングワイヤおよびボンディングパッドを完全に覆ってさらにキャビティ11部からチップ部品6の方に流れ出しても、それらの搭載位置にまで至らずにコート層16の位置で確実に止めることができ、チップ部品6の搭載・実装に悪影響を与えることがなくなって、高信頼性の高周波用電力増幅器15が得られる。

【0052】次に、本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例につき、図6～図13に基づき説明する。

【0053】図6～図10は、それぞれ本発明の高周波用電力増幅器における多層基板の第1層部・第2層部・第3層部・第4層部・第5層部の構成を示す平面図であり、図11はそれらを積層した状態の多層基板の側面を示す部分斜視図、図12は図6に示したB-B'切断線で見えた多層基板の断面図、図13は図12のC部の拡大断面図である。

【0054】図6に示した多層基板の第1層部20には、その表面に、上面に露出した導体層であるマイクロストリップ線路21が形成されており、チップ部品として1005型のチップコンデンサ22および1005型のチップ抵抗23が実装され、後述する内層されたストリップ線路により入力整合回路24および出力整合回路25が構成されている。また、キャビティを形成するための開口部26の中には、電力用トランジスタ27がベアチップ状態で実装され、第2層部の表面に形成されたドレイン出力電極28およびゲート入力電極29の基板上面に導出する接続導体の露出部にワイヤボンディングにより電氣的に接続される。

【0055】また、以下の各層部とともにその側面には端子電極を形成するための凹部が設けられ、その凹部の側面からこの第1層部20の主面にかけて、端子電極としての入力端子Pin30・出力端子Pout31・ドレイン端子Vdd32・ゲート端子Vgg33が形成されており、これらとマイクロストリップ線路21とは、接続導体としてのビアホール34を介してそれぞれ以下の各層部のストリップ線路等と電氣的に接続されている。

【0056】図7に示した第2層部35には、その表面にグランド層36および開口部37が形成され、開口部37は電力用トランジスタ27の実装高さを低くして高周波用電力増幅器の製品高さを低くするための階段状のキャビティを形成するために開口部26よりも小さく形成されている。また、開口部37の近傍にドレイン出力電極28およびゲート入力電極29が形成されており、これらの電極28・29は、接続導体であるビアホール34の延設部を介して、他の層部に形成されたストリップ線路等と電氣的に接続されている。さらに、この第2層部35にも側面には上述の端子電極を形成するための凹部が設けられ、ビアホール34も形成されている。

【0057】図8に示した第3層部38には、その表面にストリップ線路39が形成され、第1層部20のマイクロ

トリップ線路21・チップコンデンサ22・チップ抵抗23と第2層部35のビアホール34を介して接続されて、入力整合回路24および出力整合回路25を構成している。また、キャビティの底部に相当する箇所にはソース電極40および多数の放熱用ビアホール41が形成されている。この多数の放熱用ビアホール41はビアピッチ350 μ m程度の間隔で千鳥状に配置されており、ソース電極40上には電力用トランジスタ27がAu/Siや半田等のダイアタッチ材によって電氣的に接続される。この第3層部38にも側面には上述の端子電極を形成するための凹部が設けられ、ビアホール34も形成されている。

【0058】図9に示した第4層部42には、その表面に上述のグランド層36と同様のグランド層43およびビアホール34・放熱用ビアホール41・端子電極を形成するための凹部が形成されている。

【0059】図10に示した第5層部44には、その表面にストリップ線路によってドレインバイアス線路45が、裏面にはグランド層あるいは外部回路基板との接続のための電極層としての導体層（図示せず）がそれぞれ形成され、ビアホール34・放熱用ビアホール41・端子電極を形成するための凹部も形成されている。

【0060】そして図11は以上の各層部20・35・38・42・44を積層して形成した多層基板46の部分斜視図であり、側面に設けられた凹部にはそれぞれ端子電極として入力端子Pin30・出力端子Pout31等が形成されている。これら端子電極により、本発明の高周波用電力増幅器の多層基板46は外部回路基板に表面実装できるものとなる。

【0061】さらに図12のB-B'断面図および図13のC部拡大断面図に示すように、各層部20・35・38・42・44を積層して形成した多層基板46の上面側に開口部26・37により階段状に形成されたキャビティ内には電力用トランジスタ27がベアチップ状態で実装され、その各電極がボンディングワイヤ47によりドレイン出力電極28・ゲート入力電極29・ソース電極40と電氣的に接続されて、樹脂48により封止されている。これにより、電力用トランジスタ27からの発熱は放熱用ビアホール41により放熱されるため放熱板は不要であり、電力用トランジスタ27をベアチップ状態で実装できたことと相まって、多層基板46の高さ・高周波用電力増幅器の高さを低くでき、小型化・軽量化が可能となった。

【0062】また、ストリップ線路39およびドレインバイアス線路45は、それぞれその上下に各層部を介してグランド層36・43等が配置されることによりストリップ線路として構成され、これにより従来は基板表面に形成されていたマイクロストリップ線路を多層基板内に内層することができ、その結果、線路に対する基板の実効比誘電率を大きくすることができて各線路の長さを短くすることができ、これによっても基板の小型化・高周波用電力増幅器の小型化が可能となった。また、信号線路39・

45を上下のグラウンド層36・43等で挟んだトリプレート構造となっていることから、各層部の回路が分離できるためにアイソレーション特性が良好な構造となった。

【0063】上記ドレインバイアス線路45は高周波の漏洩防止のため約 $\lambda/4$ の長さに設計するが、例えば厚みが約 $10\mu\text{m}$ で線路幅が $300\sim 400\mu\text{m}$ の線路を周波数1450MHzの高周波信号に対して比誘電率が約8.1の多層基板の表面に形成すると、実効比誘電率が約5.48と低下するので約 $\lambda/4$ の長さが約22mmとなるが、本発明のように多層基板の内部にストリップ線路として形成すると、実効比誘電率は約8.1となり約 $\lambda/4$ の長さが約18mmとなる。この結果、基板表面では大きな占有面積であったドレインバイアス線路を多層基板の内部に内層化してストリップ線路によるドレインバイアス線路45としたことにより、線路長の短縮および占有面積の大幅な低減が可能となり、基板ならびに高周波用電力増幅器の大幅な小型化が実現できた。

【0064】本例により動作電圧3.4V・出力電圧1Wクラス・電力付加効率45%の1500MHz帯の高周波用電力増幅器を作製したところ、電力用トランジスタ27と放熱用ビアホール41とによる熱抵抗値は $10\sim 15^\circ\text{C}/\text{W}$ 程度であり、従来のような電力増幅用トランジスタパッケージと同等の値が得られ、チャネル温度の上昇による出力電力の低下が従来と同等以下と良好なレベルであることを確認した。また、従来の高周波用電力増幅器によれば外部回路基板上における占有面積が $3.80\text{mm}\times 4.40\text{mm}$ 必要であったのに対して、本発明の高周波用電力増幅器によれば $2.55\text{mm}\times 2.90\text{mm}$ となり、約 $1/2$ にまで小型化が可能となった。

【0065】また、本例においても、多層基板46上の開口部26の周辺に前述のようなガラスを主成分とする樹脂流出防止用コート層を形成することにより、樹脂48の流出を効果的に防止できてチップ部品の搭載・実装状態が安定し、信頼性の高い高周波用電力増幅器となった。

【0066】

【発明の効果】以上のように、本発明の高周波用電力増幅器によれば、ガラスを主成分とする多層基板を用いてその基板内部にストリップ線路によりドレインバイアス線路等を形成したことにより、従来のものよりも大幅に小型化できた高周波用電力増幅器を提供することができた。

【0067】また、多層基板を用いて電力用トランジスタの下部に放熱用ビアホールを形成したことにより、電力用トランジスタの搭載用の開口部を貫通構造でないものとして基板の強度を維持できたこと、ならびに基板上に電力用トランジスタをベアチップ状態で搭載できたことから基板の小型化が図れ、また、電力用トランジスタの発熱をその放熱用ビアホールを通して高周波用電力増幅器が実装される回路基板に逃がすことができたことから従来用いられていた放熱のための金属薄板を不要とす

ることができた。そして、高周波用電力増幅器を大幅に小型化できるとともに組立工数や部材費を削減することができた。

【0068】さらに、放熱用ビアホールにより放熱のための金属薄板を不要とするとともに基板の側面に設けた凹部に端子電極を形成したことにより、表面実装が可能となってリードフレームの取着も不要となり、これによっても高周波用電力増幅器の小型化ができるとともに組立工数や部材費を削減することができ、量産に好適かつ安価に製造できる高周波用電力増幅器を提供することができた。

【0069】さらに、本発明の高周波用電力増幅器によれば、ドレインバイアス線などの伝送線路を上下のグラウンド層で挟んだストリップ線路構造として多層基板に内層していることから、外部からの電磁ノイズの影響を受けにくくなってEMI対策としても効果のあるものとなり、高周波信号のロスの少ない構造となってQ特性が向上するという効果もあるものとなった。

【0070】さらにまた、本発明の高周波用電力増幅器によれば、電力用トランジスタとチップ部品との間の基板上に、ガラスを主成分とする樹脂流出防止用コート層を形成したことにより、電力用トランジスタを樹脂により封止した場合に封止樹脂が周辺のチップ部品の搭載位置にまで流れ出してしまうことを防止でき、それにより電力用トランジスタの封止樹脂によるチップ部品の搭載への悪影響を防止することができて高信頼性の高周波用電力増幅器を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波用電力増幅器の一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明の高周波用電力増幅器の実施例を示す外観斜視図である。

【図4】本発明の高周波用電力増幅器の実施例を示す外観斜視図である。

【図5】本発明の高周波用電力増幅器の実施例を示す外観斜視図である。

【図6】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す平面図である。

【図7】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す平面図である。

【図8】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す平面図である。

【図9】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す平面図である。

【図10】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す平面図である。

【図11】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す部分斜視図である。

13

14

【図 1 2】本発明の高周波用電力増幅器の他の実施例を示す図 6 に対する B-B' 断面図である。

【図 1 3】図 1 2 の C 部の拡大断面図である。

【図 1 4】従来の高周波用電力増幅器を示す平面図である。

【図 1 5】図 1 4 の A-A' 断面図である。

【符号の説明】

1、15・・・高周波用電力増幅器
2、46・・・多層基板
3、39・・・ストリップ線路
45・・・ドレインバイアス線路
4・・・接続導体

34・・・ビアホール

5、27・・・電力用トランジスタ

6・・・チップ部品

22・・・チップコンデンサ、23・・・チップ抵抗

7・・・端子電極

30・・・入力端子、31・・・出力端子、

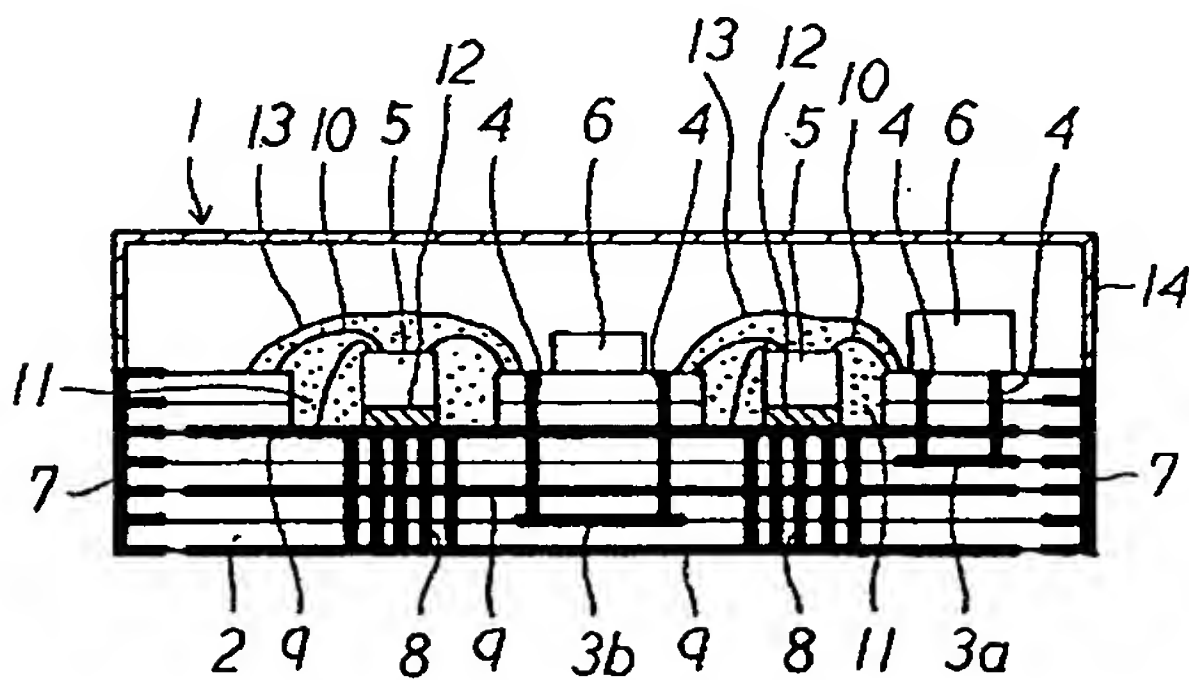
32・・・ドレイン端子、33・・・ゲート端子

8、41・・・放熱用ビアホール

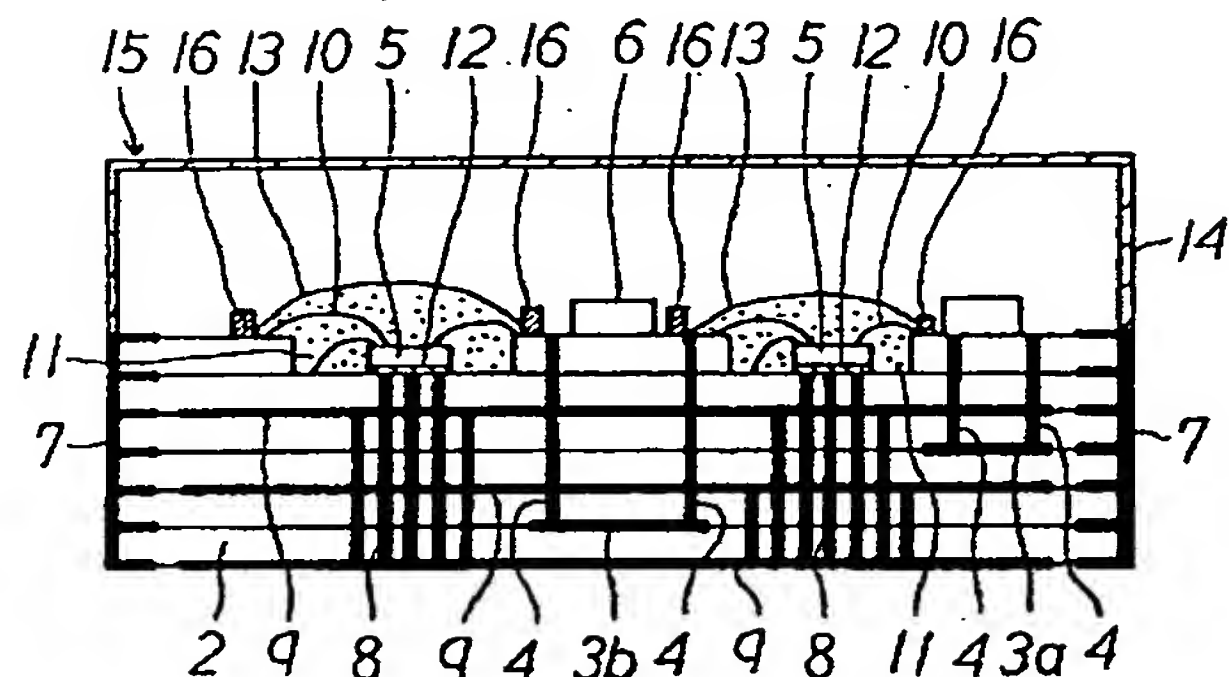
10 13、48・・・樹脂

16・・・樹脂流出防止用コート層

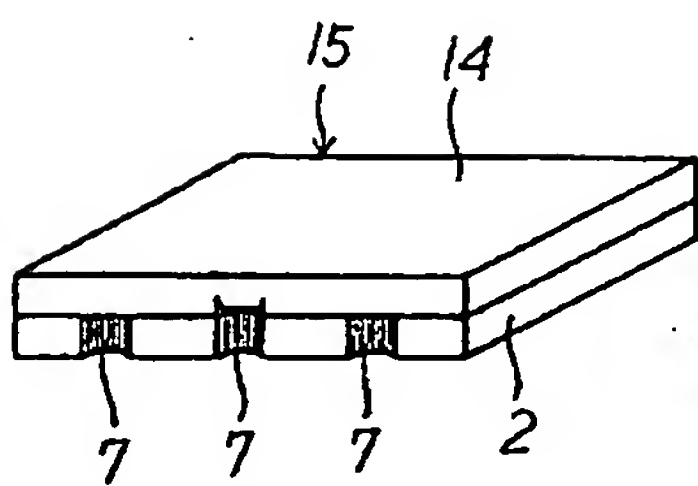
【図 1】



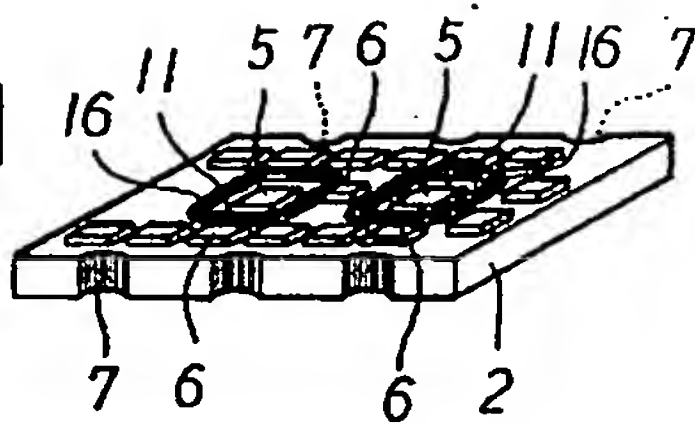
【図 2】



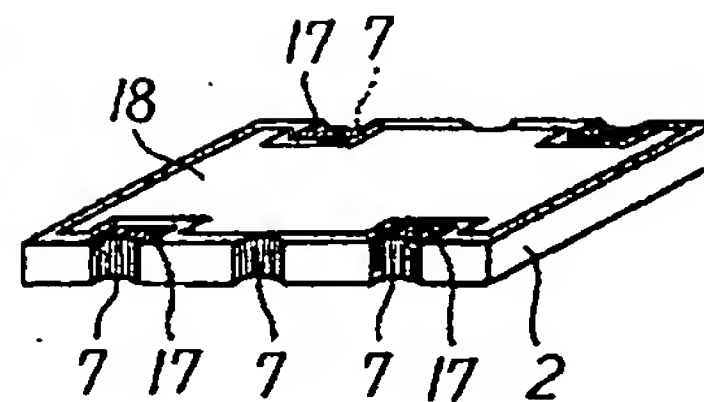
【図 3】



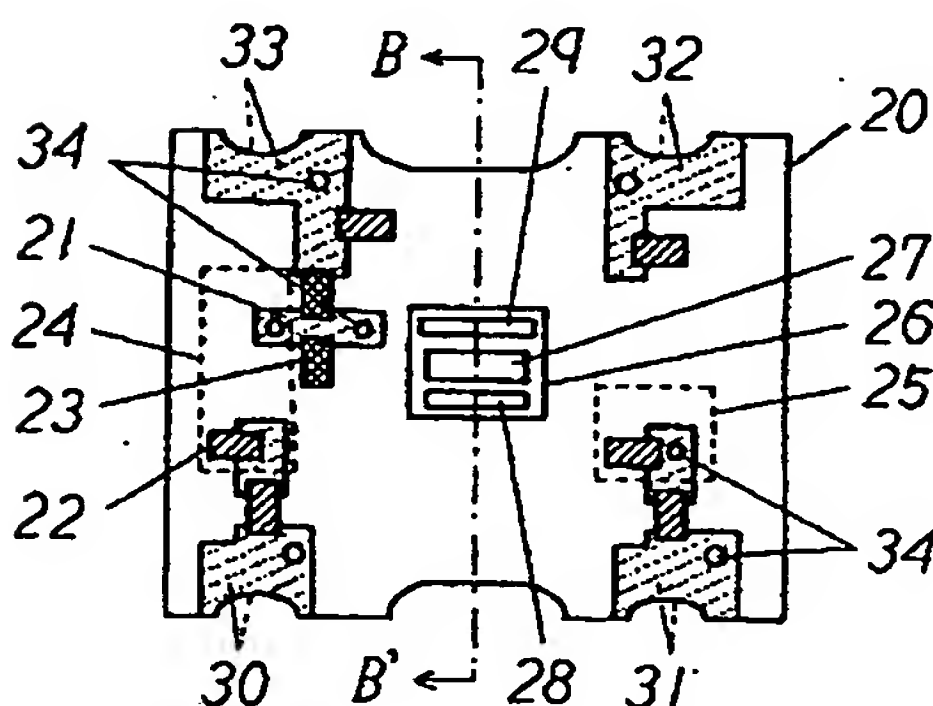
【図 4】



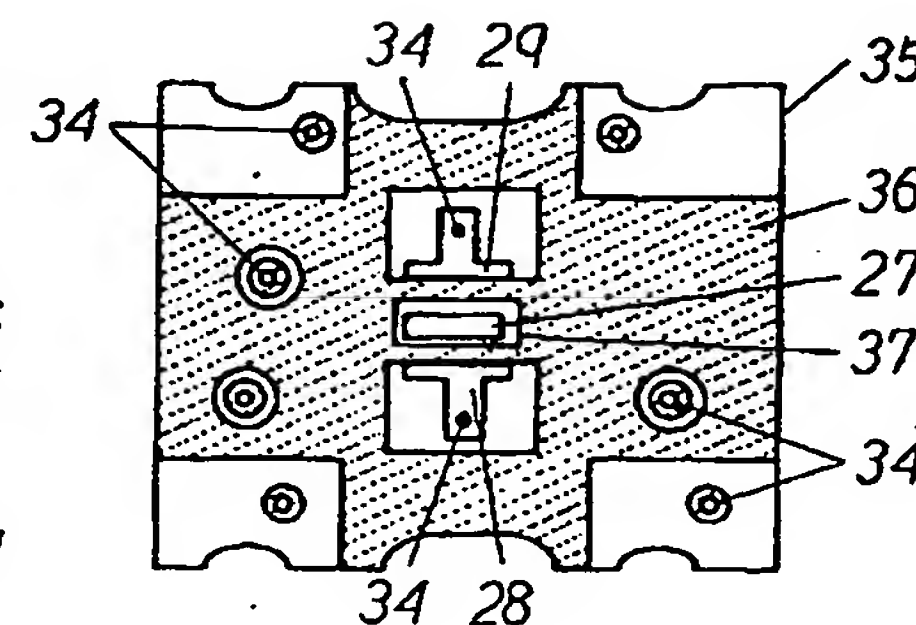
【図 5】



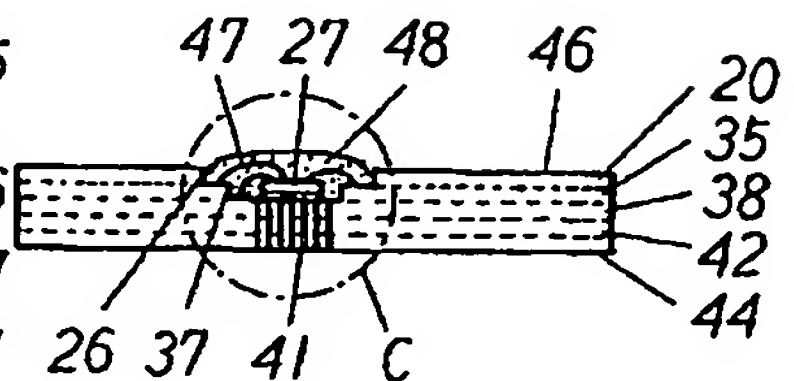
【図 6】



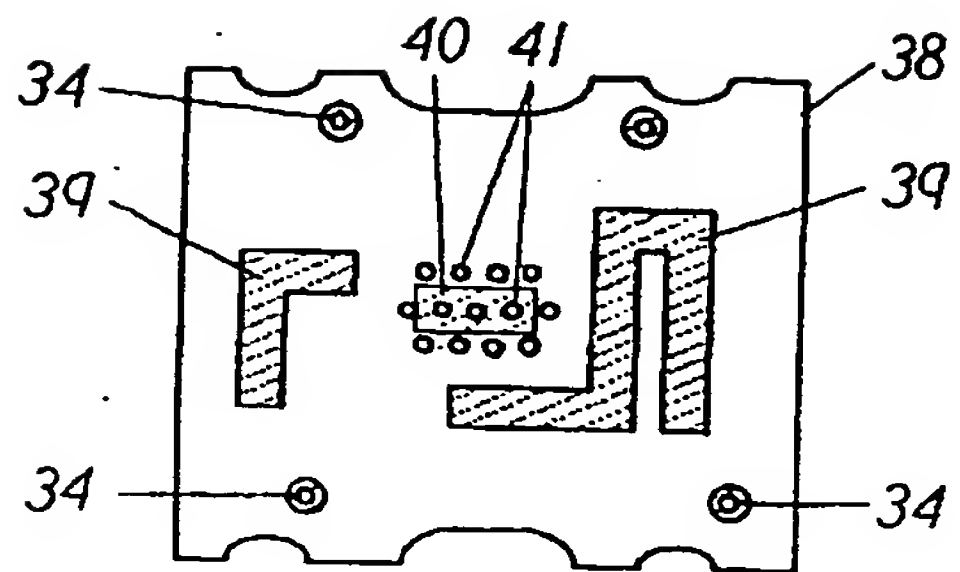
【図 7】



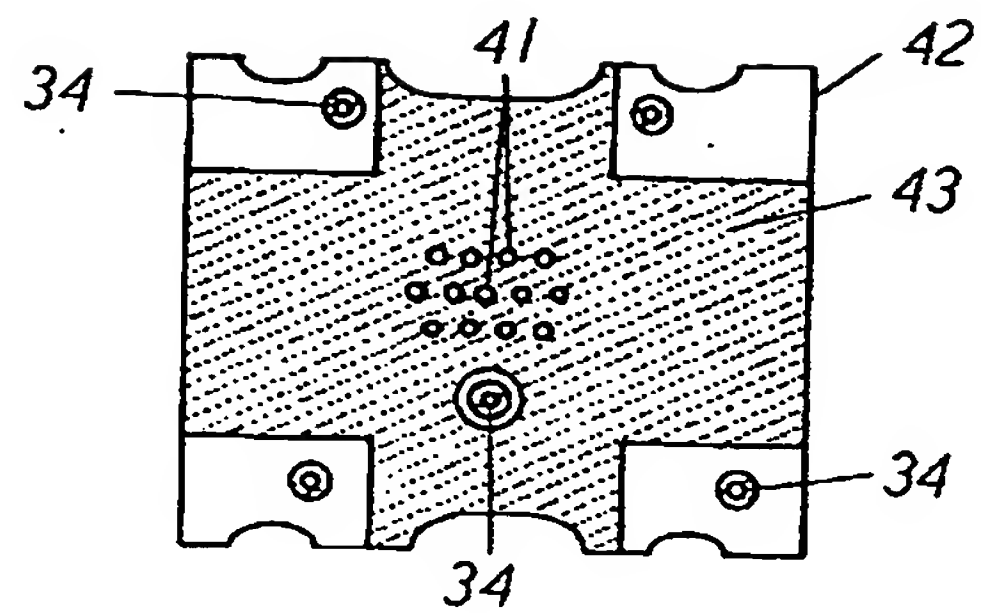
【図 1 2】



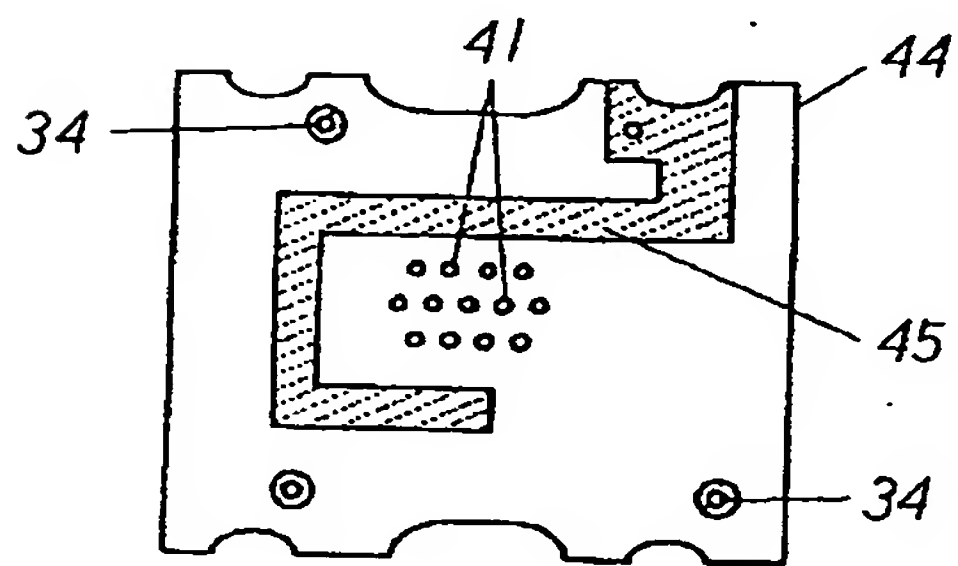
【図8】



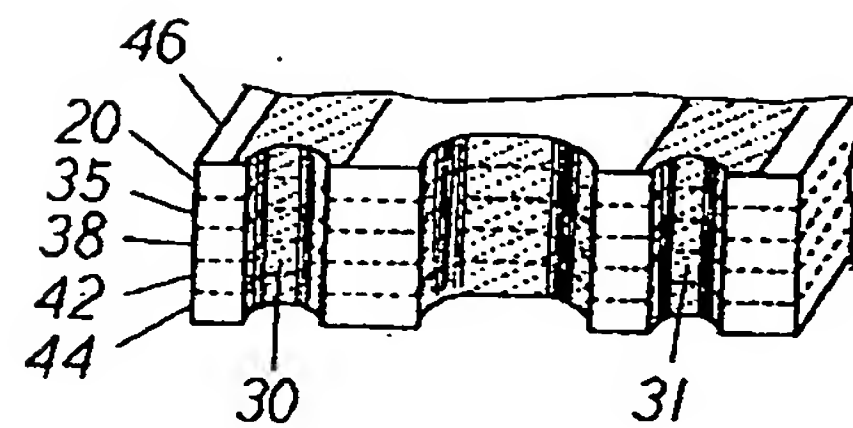
【図9】



【図10】

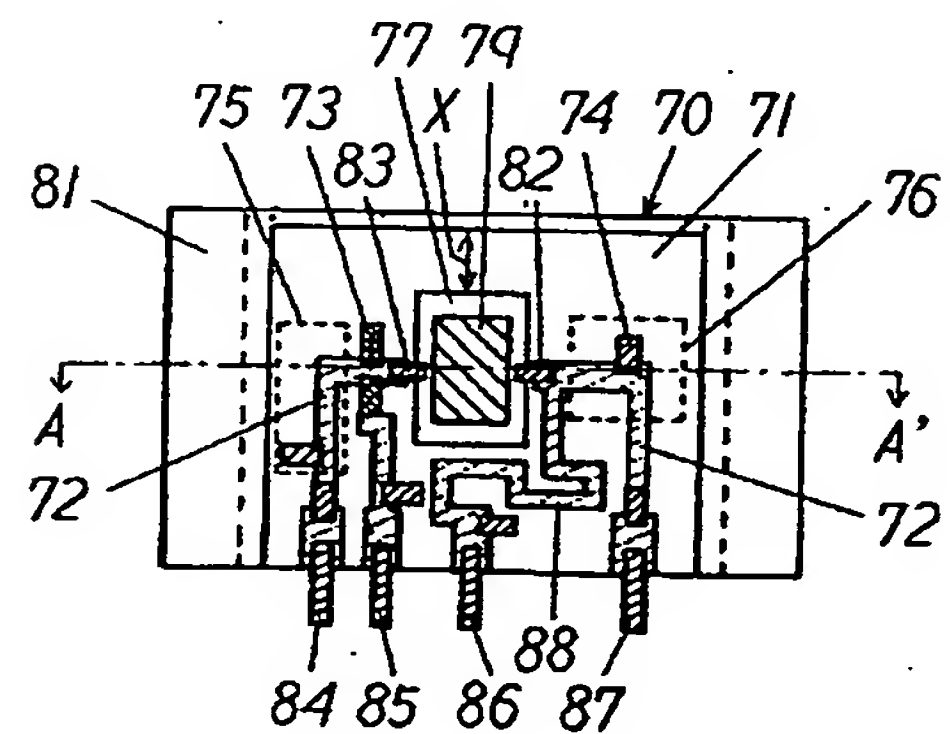
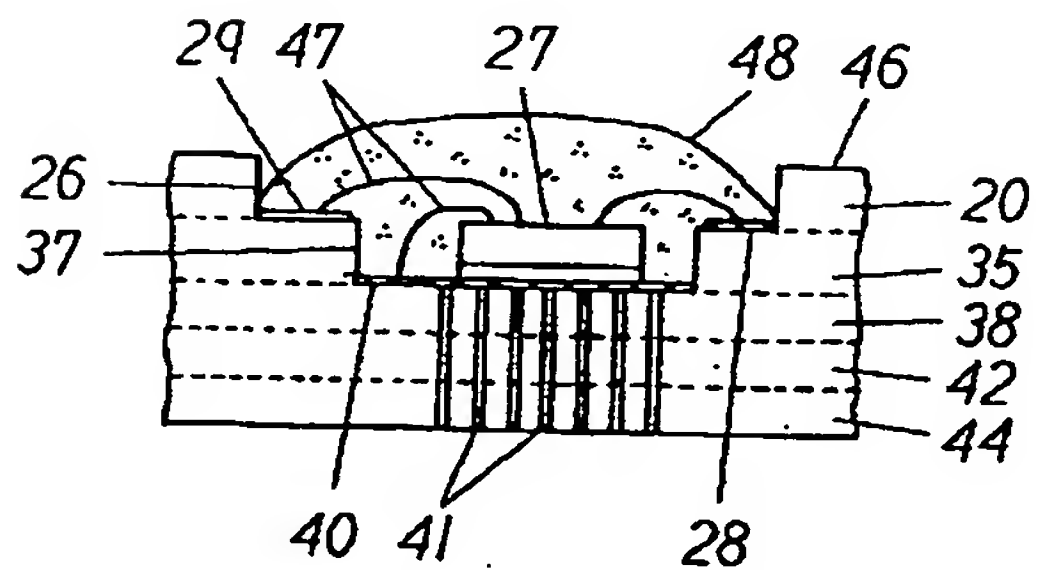


【図11】

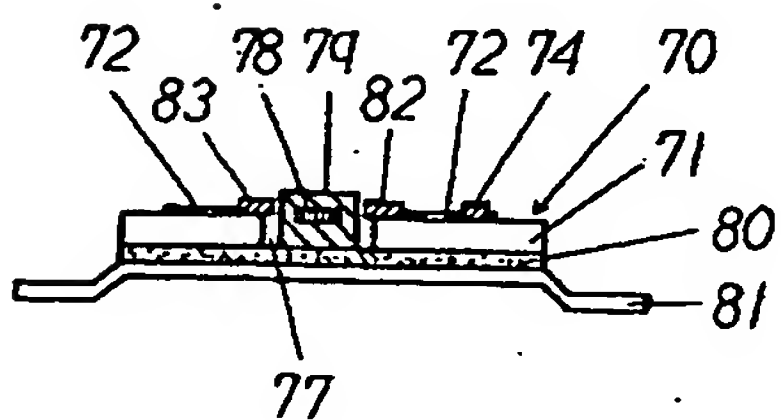


【図14】

【図13】



【図15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 3 F 3/60

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.